

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-37306

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)2月7日

G 02 B 6/255

8507-2H G 02 B 6/24 301

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 多芯光ファイバの接続部検査方法

⑯ 特 願 昭63-187736

⑰ 出 願 昭63(1988)7月27日

⑱ 発 明 者 小 野 寺 勲 千葉県佐倉市六崎1440 藤倉電線株式会社佐倉工場内
⑲ 発 明 者 山 田 剛 千葉県佐倉市六崎1440 藤倉電線株式会社佐倉工場内
⑳ 発 明 者 田 谷 浩 之 千葉県佐倉市六崎1440 藤倉電線株式会社佐倉工場内
㉑ 出 願 人 藤倉電線株式会社 東京都江東区木場1丁目5番1号
㉒ 代 理 人 弁理士 石戸谷 重徳

明 細 書

1. 発明の名称

多芯光ファイバの接続部検査方法

2. 特許請求の範囲

多芯光ファイバの被覆部を除去して突き合わせ、該突き合せ部の近傍に互いに交差する2方向からの照明光を照射し、その2つの透過光像を用いて軸ずれの2方向成分を検出して検査する多芯光ファイバの接続部検査方法。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は、多芯光ファイバの接続部を、2方向から観察して、接続部の軸ずれを検査する検査方法に関するものである。

<従来の技術>

多芯光ファイバの融着接続にあたっては、接続しようとする一対の多芯光ファイバの各心線を口出しして裸の光ファイバとし、この口出しされた一対で複数の裸光ファイバ列を、例えば、心線数に対応したV溝が精密形成されたV溝ブロックに、

左右から嵌め込み、各部がV溝中に正確にセットされているか否かを確認した後、融着接続を行っている。

このような確認の検査、観察を行うのは、光ファイバのV溝への嵌合が不完全であったり、あるいは口出しが不完全で光ファイバ上に残留物が付着していたり、V溝中にゴミ等の異物があつたりすると、軸ずれが起こり、完全な接続が望めないからである。このような検査、観察は、接続後であっても、軸ずれが残っていると、接続損失を高くする最も大きな原因となるため、接続の良否を評価するに当たっては、軸ずれの検査が不可欠なものとなっている。

従来、このような検査、観察にあたっては、単芯の光ファイバの場合、光ファイバの透過光像を1方向から観察する方法や、2方向から観察する方法が考えられている。

<発明が解決しようとする課題>

多芯光ファイバの場合、上記従来の1方向から観察する方法でも適用可能であるが、この方法の

場合、照明光軸と直交する方向（垂直な方向）の軸ずれはかなり精度よく検出できるが、照明光軸と同方向の軸ずれに対しては、検出誤差が大きいという欠点があって、採用し難い面がある。

一方、上記2方向からの観察方法では、高い検出精度が得られるものの、多芯光ファイバの場合、当然のこととして、各心線が異なる方向（多芯光ファイバの巾方向）から入射光を入れることはできない。このため、観察用の2方向照明光は、裸光ファイバ列に対して、特別な角度をとる必要があるわけである。

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものである。

<課題を解決するための手段>

かゝる本発明の要旨とする点は、基本的には、多芯光ファイバの接続部の透過光像を互いに直交する2方向から観察して軸ずれを検査する方法であり、より具体的には、接続しようとする一対の多芯光ファイバの被覆部を除去して突き合わせ、この突き合わせ部の近傍で口出しされた裸光ファイ

は多芯光ファイバFの口出しした裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列の作る面が図中垂直方向に配置されている。なお、ここでは5心の場合についてであるが、この5心に限定されるものではない。

そして、いずれの場合も、上記裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列を横切る2方向からの照明光 l_1, l_2 が照射されている。本各実施例では各照明光 l_1, l_2 は互いに直交（90°で交差）して、裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列の作る面の法線方向と45°をなす方向から照射されているが、これに限定されず、後述するように適宜角度をもって交差する場合でもよい。上記2台の撮像装置1, 1はこの照明光 l_1, l_2 の透過光像X, Yが結像される部分に位置されている。この撮像装置1は1台で移動自在に設置することも可能である。

これらの照明系と撮像系の配置関係により、裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列の2方向からの透過光像X, Yが得られる。この2つの透過光像X, Yにより、裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列すなわち接続しようとする光ファイバF, Fの突き合わせ部分の軸ずれの2方

向の作る面と例えば45°をなす2方向から照明光を照射し、この各照明光が裸光ファイバを通過した2つの透過光像を用いて多芯光ファイバの軸ずれを検出して検査する多芯光ファイバの接続部検査方法にある。

<作用>

この構成により、受光側の透過光像を捉える撮像装置系は2台設置するか、あるいは1台で2つの透過光像を捉えられるように移動自在に設置する必要があるが、1方向観察に比べて、軸ずれの2方向成分の両方が高精度で検出することができ、より信頼性の高い接続の良否判定が可能となる。

<実施例>

第1図(A),(B)は本発明方法に係る各実施例の概略原理を示したものである。

図において、1は対物レンズ、TVカメラ等からなる撮像装置で、本実施例の場合、いずれも2台設置してあり、第1図(A)の場合は多芯光ファイバFの口出しした裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列の作る面が図中水平方向に配置され、第1図(B)の場合

向成分が精密に検査できる。

また、これらの照明系と撮像系にあっては、照明光源と撮像装置を各々2系統設置してリレースイッチ等で切替える方法を探ったり、あるいは1系統の照明光源と撮像装置との相対位置を固定して、裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列の中心位置を回転中心として90°回転させる方法等が考えられる。

この撮像装置系で裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列を同時に観察すると、各裸光ファイバ f_1, \dots, f_n に対する焦点位置が異なって観察され、第2図に示したように多芯光ファイバFの幅を h とすると各心線像の焦点距離の差は $h/\sqrt{2}$ となる。なお、第2図において、Pは隣合う心線間の間隔、 d は心線外径である。

次に、この透過光像から画像処理によって軸ずれを検査する方法について述べる。

上記第1図(A),(B)の装置系による多芯光ファイバFの心線像を示すと、第3図の如くで、左の裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列および右の裸光ファイバ f_1, \dots, f_n 列は、丁度接続しようとする一対の多芯光

ファイバF、Fの各心線に相当する。

この第3図の像から、同図中に示したカーソルC₁、上の位置で、TVカメラの映像信号をA/D変換すると、第4図に示した輝度分布が得られる。この輝度分布から、同図中に実線で示す輝度スレシホールド値2と輝度分布の交点のうち、第3図中の黒点(●)で示した標光ファイバf₁、の外径端に相当するA、B、C、・・・I、Jの10個の交点を求める。さらに第3図中の×印示すAとB、CとD、EとF、GとH、IとJの中点位置を求めると、これが各ファイバf₁、の外径中心位置となる。この操作を、左の標光ファイバf₁、列についてはカーソルC₁とC₂上で、右の標光ファイバf₂、列についてはカーソルC₃とC₄上で繰り返して、外径中心位置を求め、左側2点のデータと右側2点のデータを画面中央に直線外挿して各心線の一方向からの外径軸ずれΔx₁～Δx₅、(Δy₁～Δy₅)を求めることができる。なお、第4図の輝度分布と輝度スレシホールド値2との交点から、A、B、C、・・・I、

Jのみを抽出することは、AとB、CとD、EとF、GとH、IとJの交点の間隔が観察している標光ファイバf₁、f₂、の外径に対応することにより可能である。

この外径軸ずれ検出動作をX像とY像について繰り返し、左右の各光ファイバ心線の外径軸ずれΔD₁～ΔD₅を、 $\Delta D_i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}$ (i=1～5)により求める。

かゝる本発明の方法を用いれば、X像とY像の2つの像について、各々一度の焦点位置調整で多芯光ファイバFの標光ファイバf₁、列の軸ずれを検出できる。

次に、この一度の焦点位置調整で軸ずれが求められる条件を述べる。

まず、標光ファイバf₁、を透過する照明光は、第5図に示した軌跡を描く。標光ファイバf₁、の外側を通る照明光E₁は対物レンズ3に直進し、標光ファイバf₁、の内側を通る照明光はこの標光ファイバf₁、と空気との境界で2度屈折した後、対物レンズ3に到達する。標光ファイバf₁、

の内側を通る照明光のうち、対物レンズ3に入射できる光線の角度は、対物レンズ3の有効口径と開口角φにより制限される。十分大きな有効口径を持った対物レンズ3を用いる時には、対物レンズ3に入射できる光線の角度は対物レンズ3の開口角φにより制限され、同図のE₁で示した光線がその限界光線となる。例えば、この第5図中のQの位置に焦点を合わせたとき、AA'とBB'が光ファイバ像内で暗部、A'B'が明部、AとBが光ファイバ外径端となる。

この標光ファイバf₁、の外径中心位置を正確に求めるには、この外径端の位置AとBを光ファイバ像の輝度分布から正確に求めることが必要であり、これが可能な焦点位置の範囲は、第5図中のf'となる。このとき、f'は光ファイバ外径をd、対物レンズの開口角をφとして、

$$f' = d / \tan \phi \quad \cdots \cdots (1)$$

で与えられる。

一方、多芯光ファイバFの心線列の巾Lは、隣り合う心線の間隔をP、心線数をnとすると、

$$L = (n-1)P \quad \cdots \cdots (2)$$

で与えられ、第2図に示した各心線の焦点位置の差fは、

$$f = (n-1)P / \sqrt{2} \quad \cdots \cdots (3)$$

で与えられる。したがって、光ファイバ像から、一つの焦点位置で各心線の二つの外径端を正確に求めるためには、

$$f \leq f' \quad \cdots \cdots (4)$$

が必要条件となり、

$$\tan \phi \leq d / \{(n-1)P / \sqrt{2}\} \quad \cdots \cdots (5)$$

が得られる。

例えば、第1図に示したように、n=5であり、P=250μm、d=125μmのときは、 $\tan \phi = 0.176$ となる。

対物レンズの開口数NA (=sin φ)で示すと、NA≤0.173となり、本発明者等は、NA=0.1の対物レンズを用いて、上記の例の標光ファイバf₁、列の外径中心が一つの焦点位置で検出できることを確認した。

なお、上記各実施例では、2方向からの照明光 l_1 、 l_2 が直交する場合(90°で交差する場合)で、軸ずれの検出誤差が最も小さい最適例として示してきたが、本発明では、交差する2方向からの照明光であれば、その角度は特に限定されない。例えば、第6図に示したように各照明光 l_1' 、 l_2' の交差角度が90°を超える場合でもよく、また第7図に示したように各照明光 l_1'' 、 l_2'' の交差角度が90°未満の場合でもよい。

<発明の効果>

以上説明したように本発明に係る多芯光ファイバの接続部検査方法によれば、多芯光ファイバの全ての裸光ファイバ列を一画面内で観察でき、しかも、その際に、撮像装置系で用いる対物レンズは低倍率のものでよく、かつ、外径軸ずれ検出を正確に行うことができ、また、一方向からの裸光ファイバ列の軸ずれ検出を一度の焦点位置調整により行うことが可能であるという利点がある。

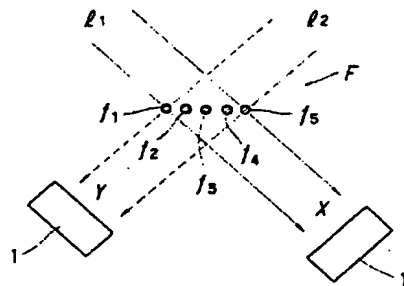
4. 図面の簡単な説明

第1図(A)、(B)は本発明に係る各多芯光ファイバの接続部検査方法の概略を示した原理図、第2図は多芯光ファイバの裸光ファイバ列と照射光を示した説明図、第3図は接続しようとする一対の多芯光ファイバの裸光ファイバ列の観察像を示した図、第4図は第3図の観察像に対応した輝度分布図、第5図は裸光ファイバと照射光を関係を示した図、第6図は2方向からの照射光の交差角度が90°を超えた場合を示した概略図、第7図は2方向からの照射光の交差角度が90°未満の場合を示した概略図である。

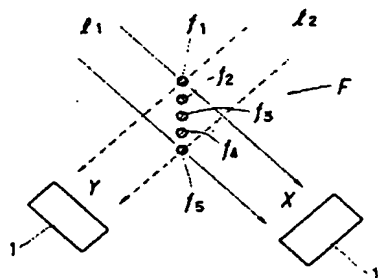
図中、

- F 多芯光ファイバ、
- f_{1-5} 裸光ファイバ、
- X, Y 透過光像、
- l_1 , l_2 照明光、
- l_1' , l_2' 照明光、
- l_1'' , l_2'' 照明光、
- 1 撮像装置、
- 3 対物レンズ、

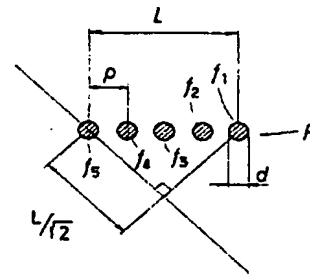
第1図(A)



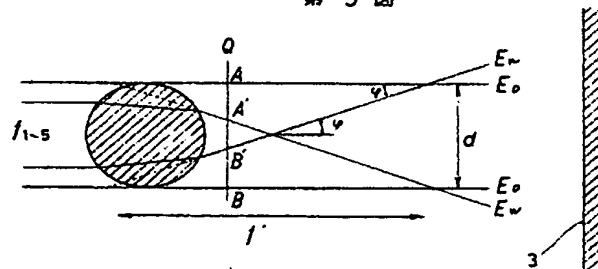
第1図(B)



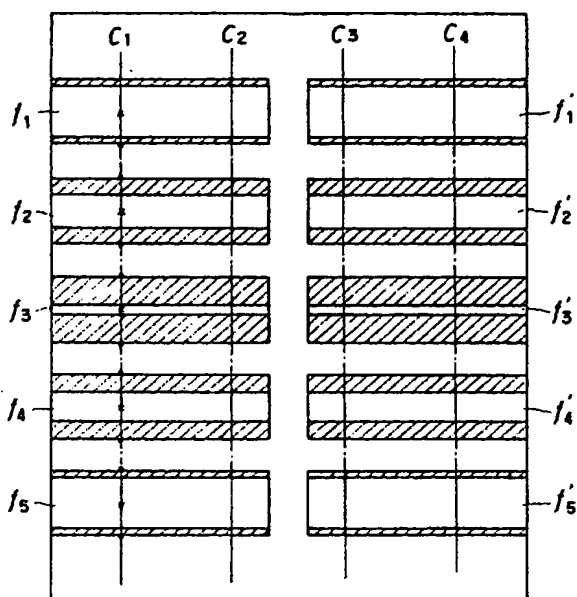
第2図



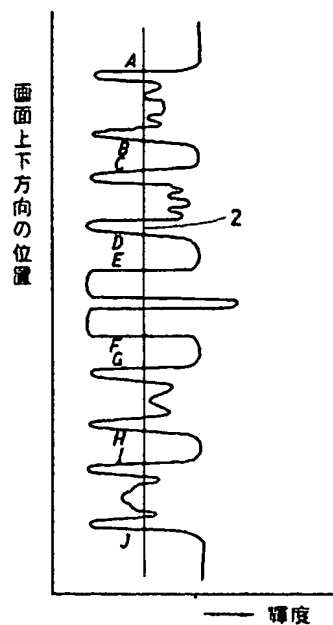
第5図



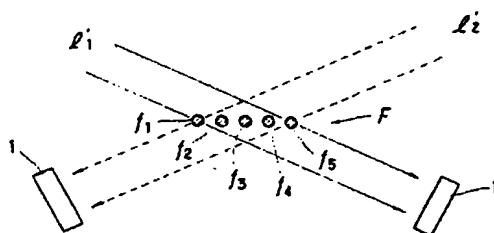
第 3 図



第 4 図



第 6 図



第 7 図

